

## 触覚センサーの歯牙硬組織疾患への応用に関する実験的研究

著者	畑 真二, 畑 弘子, 真柳 秀昭
雑誌名	東北大学歯学雑誌
巻	19
号	2
ページ	189-190
発行年	2000-12
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/31734">http://hdl.handle.net/10097/31734</a>

歯学情報

## 触覚センサーの歯牙硬組織疾患への応用に関する実験的研究

東北大学大学院歯学研究科発達加齢・保健歯科学講座小児発達歯科学分野

畑 真 二・畑 弘 子・真 柳 秀 昭

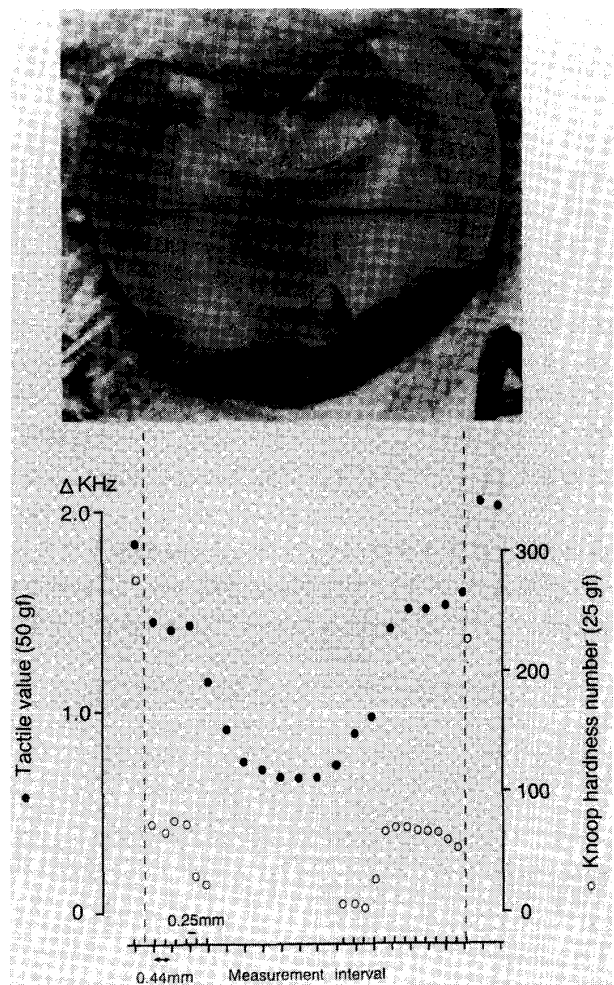
齲蝕の治療において罹患部の硬さは色と並んで、齲蝕歯質を除去するための重要な尺度であるが、臨床においてそれを客観的に計る方法はなく、術者の経験と勘に頼っているのが現状である。硬さはさまざまな方法で計ることができるが、試料を硬度計に合わせてサンプリングしなければならず、臨床に応用することはできなかった。

触覚センサーはある固有の振動数で振動しているものが、ある物質と接触するとその物質の硬さに依存して振動数が変化することを利用して、物質の硬さを測定するセンサーである<sup>1)</sup>。ペンやプローブ状の先端にすることが可能であり、ラップトップ型のパーソナルコンピュータに接続して測定するので、持ち運ぶこともでき、歯科以外の分野では臨床応用が可能になってきた。著者らはこのセンサーを歯牙硬組織疾患の硬さの臨床的尺度に利用すべく抜去歯を用いて硬さを既存の硬度計と比較検討した。

本研究で用いた触覚センサーは尾股によって開発され<sup>1)</sup>、センサー部分は長さ 35 mm、先端は 0.5 mm の半球状である。センサーは 51 KHz で振動しており、センサーが試料に接触すると接触荷重と試料の硬さによって、振動数が変化する。試料は抜去歯で、象牙質齲蝕を有する歯と健全なエナメル質を有する歯を用いた。象牙質齲蝕を有する歯は、歯冠の長軸にそって象牙質齲蝕を通る面で切断し、厚さ 5 mm のブロックを作った。齲蝕象牙質を通り、健全エナメル質、健全象牙質、齲蝕象牙質、健全象牙質、健全エナメル質を通る線分をひき、エナメル象牙境を起点とし、ヌープ硬度を 0.25 mm おきに測定した。触覚センサーは起点を挟んで 0.44 mm 間隔で測定した。人工エナメル齲蝕は、0.1 M 乳酸緩衝液 pH 4.5 を含む 3% hydroxyethyl cellulose に 37°C、2, 4, 8 日浸して形成した。既存の硬度はヌープ硬度とヴィッカース硬度を用いた<sup>2)</sup>。

健全エナメル質から等間隔でヌープ硬度計と触覚センサーで測定すると、健全エナメル質、健全象牙質、齲蝕象牙質の順に軟らかくなることが、ヌープ硬度と触覚センサーの両方で段階的に示された。ヌープ硬度で値が急に減少する健全象牙質から齲蝕象牙質の移行部において、触覚センサーでも急激な値の減少が認められた。齲蝕の中心部ではヌープ硬度は使用できなかった(図)。

人工初期齲蝕をエナメル質に作ると、脱灰時間の増加に



図

伴って、ヴィッカース硬度と触覚センサー値が低下することがわかった。ヴィッカース硬度と触覚センサー値において、脱灰時間 4 日と 8 日の間には統計学的に有意な差は認められなかったが、その他のすべての脱灰時間との間に統計学的に有意な差が認められた(表)。この 20 の試料から相関関係を調べたところ、ヴィッカース硬度の圧痕の対角線と触覚センサー値の間には 1 次関数で  $r = -0.94$  の相関が認められた。相関係数の検定では有意水準 0.01 で有意であることが分った。

表 触覚センサーとヴィッカース硬度計を用いた人工エナメル質齲蝕の硬さ測定

	荷重	脱 灰 時 間			
		脱灰なし	2 日間	4 日間	8 日間
ヴィッカース硬度 触覚センサー値	50 gf	236.4±50.2	32.7±16.6	7.74±1.40	6.99±2.11
	30 gf	2.08±0.18	2.08±0.18	1.19±0.07	0.99±0.10
	50 gf	2.67±0.22	2.36±0.08	1.61±0.09	1.38±0.19
	70 gf	3.00±0.22	2.72±0.12	1.87±0.12	1.59±0.23
試料数		5	5	5	5

歯の硬さを測定する方法は様々あり、歯科の分野へ応用されてきたが、対象を試料化しなければならないので、直接口の中へは応用できなかった。口の中で用いるためには、硬さ測定装置は小さくしなければならない。今までは口の中に入るほど小さいものは存在しなかった。本研究で用いた装置をそのまま口の中に応用することはできないが、本センサーは小さくすることが可能であり、先端を針のように加工することもできる。硬さを測るときは対象となるものにどれくらいの荷重を掛けて測るかが重要な問題であるが、本センサーの内部には圧力センサを組み込むことができる<sup>3)</sup>。このことにより、このセンサーは口の中で非破壊的に歯の硬さを測ることができる可能性があることがわかった。

歯の硬さは軟化象牙質から、エナメル質の硬さまであり、疾患の状態によって様々な段階が存在するが、本研究で用いた触覚センサーはこの硬さをすべてカバーすることがで

きることが分った。用いた従来の硬さ測定法では測れなかった軟化象牙質を測定することも可能であったし、従来の硬さ測定法とも十分な相関が認められ、従来の硬さ測定法よりも測定できる範囲が広い可能性があることが分った。このセンサーは生体の軟組織にも応用されており、口腔内の軟組織、歯肉炎の診断にも応用できる可能性を示している。

本研究はエナメル質の初期脱灰の程度を硬さで測定することができるようになったことを示すものである。エナメル質が脱灰されても、その程度によっては再石灰化することが分っており、さらに研究が進めば、再石灰化可能な脱灰程度の診断が可能になることを示している。

## 文 献

- 1) Omata, S. and Terumuna, Y.: New tactile sensor like the human hand and its applications. *Sensors and Actuators* **35**: 9-15, 1992.
- 2) Hata, S., Hata, H., Omata, S., Honda, K. and Mayanagi, H.: Validation of Hardness Measurement of Dental Hard Tissue Using a Tactile Sensor: *In vitro* Study. *Pediatr Dent J.* **10**: 149-154, 2000.
- 3) Hara, K., Motooka, N., Omata, S., Mabuchi, T., Kimijima, I. and Abe, R.: Development of mammary instrument using new tactile sensor capable of sensing stiffness of tissue. *Technical Digest of the 14th Sensor Symposium*: 101-104, 1996.